

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE READAPTATIONS-
ZEIT ÄLTERER MENSCHEN IM HINBLICK AUF
DEN HEUTIGEN STRASSENVERKEHR

Ingeborg Eichhorn

1963

Aus dem Institut für gerichtliche und soziale Medizin
der Universität Frankfurt am Main.

(Direktor: Professor Dr. med. J. Gerchow)

Untersuchungen über die Readaptations-
zeit älterer Menschen im Hinblick auf
den heutigen Straßenverkehr

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde
der gesamten Medizin

der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
zu Frankfurt am Main

vorgelegt von

Ingeborg Eichhorn

aus Frankfurt am Main

Frankfurt am Main 1963

Dekan : Prof. Dr. med. J. Frey
Referent : Prof. Dr. med. J. Gerchow
Korreferent : Priv. Doz. Dr. med. J. E. Otto
Mündliche Prüfung : 24. Oktober 1963



Gliederung:

I.	Einleitung	Seite	1
II.	Methoden zur Bestimmung der Dunkeladaptation	"	2 - 4
III.	Arten der Adaptation	"	4 - 5
IV.	Blendung	"	5 - 15
	1. Arten der Blendung	"	5 - 7
	2. Ursachen der Blendung	"	7 - 8
	3. Wirkungen der Blendung	"	8 - 13
	a. Pupillenmotorik	"	8 - 9
	b. Übergang vom Zapfen- auf Stäbchensehen	"	9 - 10
	c. bio-chemische Vorgänge	"	10 - 11
	d. bio-elektrische Vorgänge	"	12 - 13
V.	Anatomische Verhältnisse	"	14 - 16
VI.	Eigene Versuche über die zentrale Readaptation nach Blendung	"	16 - 34
	1. Versuchsanlage	"	17 - 18
	2. Versuchsablauf	"	18 - 23
	3. Versuchsergebnisse	"	24 - 31
	4. Besprechung der Ergebnisse	"	32 - 34
VII.	Diskussion der Ergebnisse	"	34 - 38
VIII.	Zusammenfassung	"	38

Digitized by the Internet Archive
in 2026

I. Einleitung

Mit der rasch fortschreitenden Motorisierung des heutigen Straßenverkehrs erhöhen sich auch die Anforderungen an den Kraftfahrer; vor allem wächst der Anspruch an die-Leistungsfähigkeit seiner Sinnesorgane. Die Sehleistung nimmt dabei insofern eine Sonderstellung ein, als ihre Minderung nicht in dem Umfang kompensiert werden kann, wie dies bei anderen Sinnesorganen möglich ist. Man denke nur beispielsweise an die Vielzahl der im Straßenverkehr zu beachtenden Signale und an den laufenden Wechsel von Verkehrssituationen, die wahrgenommen und somit gesehen werden müssen.

Das ständige Anwachsen der tödlichen Verkehrsunfälle beruht nur zum geringen Teil auf technischen Fehlern, sondern vielmehr auf menschlichem Versagen; Unaufmerksamkeit, Leichtsinn und Rücksichtslosigkeit führen häufig zu prekären Verkehrssituationen und Unfällen. - Als weitere Ursache können Erkrankungen und unter Umständen toxische Einflüsse in Betracht kommen.

Störungen der Augenfunktion sind bei dem Kraftfahrer jedoch als besonders schwerwiegend anzusehen. Für den sich mit verkehrsmedizinischen Fragen beschäftigenden Arzt sind die Umstände, die zu einem Unfall geführt haben, von Bedeutung, da er als Sachverständiger vor Gericht häufig dazu Stellung nehmen muß. Wir stellten uns daher die Aufgabe, eine Teilfunktion des Auges, nämlich die Readaptationszeit nach Blendung, unter verkehrsstrafrechtlichem Aspekt bei älteren Menschen zu untersuchen.

II. Methoden zur Bestimmung der Dunkeladaptation

Auf die Bedeutung der Funktionstüchtigkeit der Augen für ein unfallfreies Verhalten im Straßenverkehr ist wiederholt hingewiesen worden (C o l o m b o (7), L a v e s (31/2), S c h o b e r (40), S p i e c k e r (45)). Mitunter ist es erforderlich, bei Kraftfahrern eine ophthalmologische Untersuchung durchzuführen. Hierfür existieren leider keine einheitlichen Richtlinien. Auch bedienen sich die Untersucher nicht immer der gleichen Methoden. Es sind allerdings in jüngster Zeit eine Reihe von Empfehlungen (G ü t t l u. S i e v e r s (17), S p i e c k e r (45)) ergangen, die sich auf Beobachtungs- und Erfahrungsgrundsätze stützen. So hat S p i e c k e r (45) ein augenärztliches Untersuchungsschema vorgelegt, in welchem unter anderem die Empfindlichkeitsprüfung gegen Blendung angeführt ist. G ü t t l u. S i e v e r s (17) interessieren im Rahmen einer verkehrsmedizinischen Eignungsuntersuchung folgende ophthalmologische Gesichtspunkte:

- a. Sofortanpassungsfähigkeit an das Dunkelsehen
- b. Sehschärfe
- c. Gesichtsfeld
- d. Farbensehen

Darüber hinaus werden noch allgemeinärztliche Untersuchungen empfohlen. H a m b u r g e r (19/1) und H e i n s i u s (21) fordern für ein gutes Nachtauge:

1. Relative Unempfindlichkeit gegen Blendung
2. Gutes Adaptationsvermögen
3. Hohe Lichtempfindlichkeit nach vollendeter Anpassung (niedrige Reizschwelle)
4. Relativ hohe Sehschärfe bei minimaler Helligkeit (Endadaptation)

An einer praktischen, den Gegebenheiten im Straßenverkehr weitgehend Rechnung tragenden Methode zur Bestimmung der Blendungsempfindlichkeit fehlt es u.E. bisher. Es wurde hierfür die Messung der Readaptationszeit herangezogen. Zahlreiche Autoren (v a n B e u n i n g e n (2/5), C o l o m b o (7), E c h t e (11), E c k e l' (12), H a b e r i c h (18), P a p s t (34), S c h o b e r (40), S c h o l z (41)) haben die Blendungsempfindlichkeit mit Hilfe verschiedener Geräte geprüft und sind zum Teil zu unterschiedlichen Ergebnissen gekommen. Es handelte sich dabei um statische Laboratoriumsversuche, deren Resultate nicht ohne weiteres auf die Verhältnisse im Straßenverkehr übertragbar sind. L o s s a g k (32/1) weist darauf hin, daß der Kraftfahrer hinsichtlich räumlicher Verteilung im Blickfeld, zeitlicher Daueranspannung und sonstiger Faktoren anders belastet ist, als eine Versuchsperson beispielsweise an einem Adaptometer.

So arbeiteten z.B. S c h o l z (41) mit dem Bewegungskompensationsgerät nach Graf, E c h t e (11) und P a p s t (34) mit dem Goldmann-Weekers Adaptometer und C o l o m b o (7) ebenfalls mit letzterem, jedoch in abgewandelter Form. Unter der Vielzahl der existierenden Adaptometer, von denen heute nur noch wenige in der ophthalmologischen Praxis Verwendung finden, seien an dieser Stelle einige angeführt:

Das Fünfpunkteadaptometer von Birsch-Hirschfeld, die Adaptometer von Rosenhauer, Nowak-Wetthauer und v.Tschermak. Sie dienen zur Bestimmung des zeitlichen Adaptationsverlaufes der Sehschärfe.

Die Lichtempfindlichkeit ist mit Hilfe der Adaptometer von Engelking-Hartung, Hecht, Nutting und Wright prüfbar.

Das Comberg-Nyktometer, das Adaptometer von De la Casa und der Nyktotest von Schober finden zur Feststellung der Sehschärfeadaptation in den ersten Anpassungsminuten Verwendung.

Zur Ermittlung des Adaptationsverlaufes wird das Goldmann-Weekers Adaptometer und der Nyktotest von Schober zu Hilfe genommen.

III. Arten der Adaptation

In der Literatur wird immer wieder darauf hingewiesen, daß es sich bei der Adaptation um einen Komplex handelt. So unterscheidet S c h o b e r (40/1) vier Adaptationsvorgänge, die das Sehen bei Änderung der jeweiligen Leuchtdichte beeinflussen:

1. Adaptation des Lichtsinnes,
d.h. die zeitlich veränderliche Fähigkeit der Retina, Lichterscheinungen wahrzunehmen.
2. Adaptation der Unterschiedsempfindlichkeit,
d.h. die zeitlich veränderliche Fähigkeit der Retina zur Erfassung von Leuchtdichteunterschieden.
3. Adaptation der Sehschärfe.
4. Adaptation des Farbensehens,
d.h. die zeitlichen Änderungen in der Fähigkeit, Farben wahrzunehmen und zu beurteilen.

Wie man sieht, handelt es sich bei dem Adaptationsvorgang um eine Zeitfunktion. Diese wird im allgemeinen mit Hilfe einer logarithmischen Ordinateneinteilung graphisch dargestellt. Dabei beobachtet man in fast allen Kurven in den ersten Anpassungsminuten einen nach seinem Entdecker

K o h l r a u s c h (27/1) benannten Knick, der dem Übergang von einem schnelleren zu einem langsameren Anpassungsverlauf entspricht. S c h o b e r (40/2) bezeichnet diesen sich auf die ersten Minuten erstreckenden Vorgang als Sofortadaptation, der er den Begriff der Daueradaptation ($1/2 - 1$ Std.) gegenüberstellt. Das Auftreten des Kurvenknickes steht in keiner absoluten zeitlichen Relation zum Übergang von der Zapfen- auf die Stäbchenfunktion, zumal deren Tätigkeit von dem angebotenen Lichtreiz abhängig ist. Im Gebiet der "Dämmerungszone" zwischen $9 - 0,1$ asb (G ü t t l u. S i e v e r s (17)) findet ein Übergang vom Zapfen- auf das Stäbchensehen statt. Je nach dem herrschenden Leuchtdichteniveau werden die einen oder anderen Rezeptoren stärker erregt. Zur besseren Veranschaulichung sei auf zwei Beispiele hingewiesen: Leuchtdichtewerte eines Nachthimmels = $0,1 - 0,2$ asb, eines Fahrradrücklichtes = 16 asb (L ö s s a g k (32/2)).

IV. Blendung

1. Arten der Blendung

In der Literatur finden sich zahlreiche Bestimmungen über den Begriff der "Blendung". L a v e s (31/1) definiert sie als Folge einer vorübergehenden Überbeanspruchung des Auges durch Lichteinfall. Sie ist keine einfache Abnahme des Adaptationszustandes und anschließende Wiederaanpassung mit Hilfe der Dunkeladaptation (S c h o b e r (40/3)). Neben den photochemischen Regulationsvorgang, von S c h o u t e n (42) als β -Adaptation bezeichnet, tritt eine rein nervöse Komponente, nämlich die α -Adaptation, die unter verkehrsmedizinischen Gesichtspunkten eine besondere Stellung einnimmt. Wir werden daher später noch ausführlicher darauf eingehen.

Blendung kann bis zu einem gewissen **Grade meßtechnisch** erfaßt werden (H o l l a d a y (23)). Auch Diagramme (L o s s a g k (32)) geben die Readaptationszeiten nach Blendung durch verschiedene Lichtintensitäten wieder. Außerdem hat d e B o e r (3) auf die psychologische Komponente hingewiesen.

S c h o b e r (40/4) hat nun für den Begriff "Blendung" verschiedene Bezeichnungen aufgestellt und ihre Bedeutung interpretiert, die wir im folgenden wiedergeben möchten:

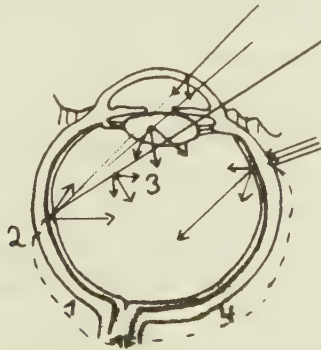
<u>Bezeichnung</u>	<u>Bedeutung</u>
1. Adaptationsblendung	Plötzliche Änderung des durchschnittlichen Leuchtdichteniveaus im Gesichtsfeld
2. Relativblendung	Zu große, gleichzeitig bestehende örtliche Leuchtdichteunterschiede im Gesichtsfeld
3. Absolutblendung	So hohe Leuchtdichte, daß die Adaptationsfähigkeit des Auges überschritten wird
4. Direkte Blendung	Blendung durch echte Lichtquellen
5. Indirekte Blendung	Blendung durch Reflexionsbild einer Lichtquelle oder zu helle lichtstreuende Flächen im Gesichtsfeld
6. Infeldblendung	Blendquelle liegt in Blickrichtung
7. Umfeldblendung	Blendquelle liegt an der Peripherie des Gesichtsfeldes
8. Nebelblendung	Blendung bei Betrachtung der Sehobjekte durch ausgedehnte leuchtende Streukörper
9. Simultanblendung	Blendquelle ist während des Sehvorganges vorhanden
10. Sukzessivblendung	Zeitliche Nachwirkung einer vorangegangenen Blendung durch direkte oder indirekte Blendung

Auf die Möglichkeit, Blendung auf physikalischem Wege meßtechnisch zu erfassen, wurde bereits hingewiesen. Hierfür haben Holladay (23) und Harrison (20) Formeln angegeben, die jedoch nur Annäherungswerte widerspiegeln, und zwar deshalb, weil eine Reihe von Umweltfaktoren, die Form der Blendquelle und insbesondere die physische und psychische Situation nicht miteinfaßt werden (Gramberg - Danielson (15)). Weiterhin hat Schöber (40/4) darauf aufmerksam gemacht, daß im Straßenverkehr im allgemeinen nicht nur eine Blendform (z.B. Relativblendung) in Frage kommt, sondern eine Verbindung mehrerer Blendungsformen (Sukzessiv- und Adaptationsblendung), so daß unter Umständen eine Additionswirkung eintreten kann.

2. Ursachen der Blendung

Die physikalischen Ursachen der Blendung und ihre physiologischen Wirkungen hat Schöber (40/5) in einer Zeichnung veranschaulicht:

Abb. 1



Das an der Hornhaut, in der Linse und im Glaskörper erzeugte Streulicht schwächt die Kontraste im eigentlichen Bilde ab (3). Das durch die Blendquelle entstandene Netzhautbild (2) wirkt physiologisch auf nervösem Weg (1) in Form einer Empfindlichkeitsherabsetzung der gesamten Retina. Denselben Erfolg (4) hat das durch die Lederhaut ins Auge einringende Streulicht.

Weitere Autoren (C o l o m b o (7), G r a m b e r g - D a n i e l s e n (15), L a v e s (31), S c h o l z (41), T r e n d e l e n b u r g (48/1)) schließen sich der Meinung an, daß durch Streulicht Blendung verursacht und stärker empfunden werden kann. C o l o m b o (7) ist der Auffassung, daß Streulicht möglicherweise kurzfristig die chemisch bedingten Prozesse in der Retina hemmen kann.

3. Wirkungen der Blendung

Die Reaktion auf einen intensiven Lichteinfall zeigt sich im allgemeinen darin, daß ein Mensch teils bewußt, teils unbewußt seinen Blick von der Blendquelle abwendet und sich, wie es im Straßenverkehr verlangt wird, sofort eine neue Orientierungsmöglichkeit sucht. Meist kommt es darüber hinaus zu einem plötzlichen reflektorischen Lidschluß oder zu einer Verengung des Lidspaltes. Dieser physiologische Blendschutz kann aber u.U. zum Katastrophenfaktor werden (L a v e s (31)).

a. Pupillenmotorik

Außerdem tritt im Sinne des W a g n e r 'schen (50/1) Regelkreises eine Verengung der Pupille durch die Konstriktion des Sphinkter pupillae ein, so daß das auf die Retina einfallende Strahlenbündel verringert wird. Für die Einstellung der Pupillenweite ist außer dem genannten Sphinkterregler noch ein zweiter Regelkreis von Bedeutung, der den Dilatator pupillae als "Stellmotor" benutzt. Während für den Sphinktermechanismus die zentral gelegenen fovealen Partien der Netzhaut als Rezeptoren im Vordergrund stehen und die Helladaptation auslösen, sind im Gegensatz hierzu für die Dunkelanpassung des Auges die peripheren Netzhautpartien, die den Dilatatorkreis erregen,

stärker beteiligt. An dieser Stelle wäre noch zu erwähnen, daß die Geschwindigkeit des Pupillenspiels verschieden ist. Bei extremem Lichteinfall verstreichen ungefähr 4 sec. bis die maximale Pupillenverengung erreicht ist, bei Dunkeladaptation dauert es ca. 16 sec. bis die größte Weite eingestellt ist. W a g n e r (50/2) erklärt die zeitliche Differenz dahingehend, daß die Erregungsübertragung vom Zwischenhirn auf den Dilator komplizierter ist, als jene vom Okulomotoriuskern auf den Sphinkter. Es wird insbesondere auf die Schutzfunktion des Sphinkterreglers für die Retina hingewiesen, die unter gewissen Umständen schnell erfolgen muß. Der Regelapparat des Dilators besitzt diese dagegen nicht.

c. Übergang vom Zapfen- auf Stäbchensehen

Sofort nach Blendung setzt die Readaptation ein, wobei durch die starke Abnahme der auf die Netzhaut einfallenden Lichtquanten ein protrahierter Übergang vom Zapfen- auf das Stäbchensehen eintritt, und zwar abhängig von der jeweils herrschenden Leuchtdichte. Während des Vorgangs der Wiederanpassung an Dunkelheit wird die retinale Empfindlichkeit insgesamt verändert, indem sie sich durch die Stäbchenadaptation um den Faktor 1000 steigert, während sie sich im Bereich des Zapfensehens, d.h. im fovealen und parafovealen Gebiet, um den Faktor 50 erhöhen kann. Die Netzhautrezeptoren unterscheiden sich sowohl in ihrer absoluten als auch in ihrer spektralen Erregbarkeit - Purkinje-Effekt (S c h o b e r (40/6)).

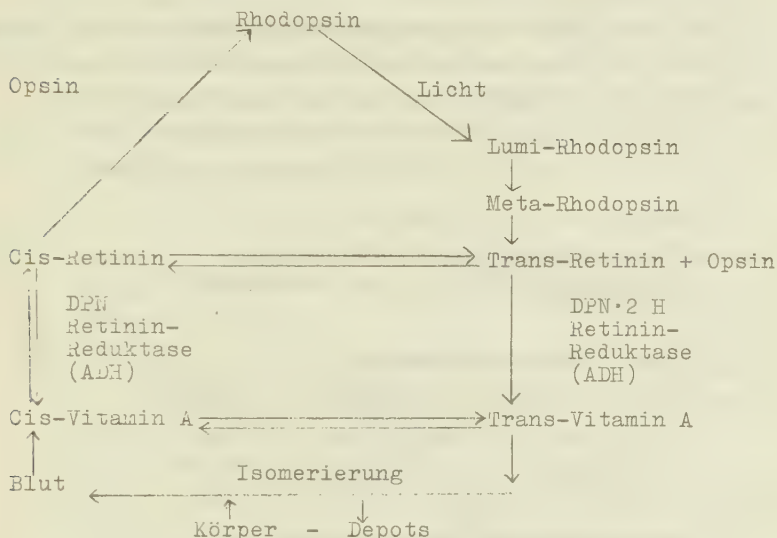
In der Fovea centralis sind die Zapfen einzeln an die Sehnervenfaser geschaltet. In den parafovealen und peripheren Gebieten sind mehrere Stäbchen bzw.

Zapfen an eine Nervenfaser gekoppelt, wobei die letzteren nach der Peripherie zu immer mehr abnehmen. Es gibt also kein zapfenfreies Gebiet, wie etwa das stäbchenfreie in der Foveola. Ebenfalls findet man nur eine Einzelschaltung von Zapfen, niemals aber eine von Stäbchen vor. Durch diese anatomische Anordnung wird verständlich, daß die Stäbchen eine höhere Absolutempfindlichkeit und Anpassungsfähigkeit als die Zapfen besitzen, während letztere eine bessere Sehschärfe vermitteln. Deshalb ist der Unterschied zwischen fovealer und peripherer Dunkeladaptation weniger dem lichtempfindlichen Pigment zuzuschreiben, als dem Unterschied der Summationsfähigkeit der Sinneszellen (Hamburger (19/1), Schöber (40/7), Trendelenburg (48/2)). Nach Hamburger (19), Heinsius (21) und Schöber (40/10) liegt die optimale Funktion der Stäbchen in einem ringförmigen Bezirk, der $10-25^{\circ}$ von der Blicklinie entfernt ist, während Trendelenburg (48/3) einen Wert von $18-19^{\circ}$ angibt. Das schnelle Auffinden und die zweckmäßige Benutzung der empfindlichsten Stelle kann erlernt werden (van Beuningen (2/2), Hamburger (19)).

c. Bio-chemische Vorgänge

Die bio-chemischen Verhältnisse der Dunkeladaptation sind in letzter Zeit vor allem eingehend von Wald (51) und Granit (16) festgestellt worden. Unter verschiedenen Photopigmenten kommt dem Rhodopsin-System für den Adaptationsvorgang die größte Bedeutung zu.

Das Rhodopsin-System nach W a l d (51):



Die Kondensation des gebildeten Retinins zu Rhodopsin in Dunkelheit und rotem Licht hängt von Sulfhydryl(SH-)Gruppen im Opsin (Eiweißkörper) ab.

Unmittelbar nach Einsetzen des Zerfalls des Sehpurpurs beginnt auch schon dessen Wiederaufbau. Ungeklärt bleibt vorläufig, welche bei der Sehpurpurzersetzung entstehenden Substanzen den eigentlichen Reiz auf die Retina ausüben.

Nach W a l d (51) hat das Jodopsin-System, das in den Zapfen vorkommt, fast die gleiche Komposition und Anordnung wie das Rhodopsin-System der Stäbchen, außer für seine Proteine.

d. Bio-elektrische Vorgänge

Die bio-elektrischen Erscheinungen sind - in der Trias "Reiz-Erregung-Empfindung" - Bindeglieder zwischen dem durch die Belichtung ausgelösten photochemischen Primärprozeß und den Gesichtsempfindungen (T r e n - d e l e n b u r g (48/4)). Sie zeigen sich im

ℒ. Ruhepotential des Auges

Durch Belichtung wird es erhöht,
durch Dunkelheit auf den Ausgangswert
vermindert.

β. ERG (Elektroretinogramm)

Bei steigender Lichtintensität nimmt
bei mittleren Reizintensitäten die
ERG-Höhe logarithmisch zu. Mit der
Dunkeladaptation ändert sich das ERG
quantitativ und qualitativ.

γ. Aktionspotentiale der Sehbahn

Die Transformation des kontinuierlich
ablaufenden ERG in einen diskontinuier-
lichen rhythmischen Prozeß erfolgt über
ein elektronisches Potential.

∫. EEG (Elektroencephalogramm)

Die elektroencephalogischen Vorgänge
sind mit der Sehrinde gekoppelt.

Eine elektrische Reizung des Sehnervs hat zentri-
fugale Nervenfasern aufgedeckt, deren Endigungsort
in der Retina noch unbekannt ist (B a r t l e y (1),
P o l y a k (35), T r e n d e l e n b u r g (48/5)).

Die Geschwindigkeit, mit der der Nervus opticus
Belichtung mit Potentialschwankungen beantwortet,
deutet nach T r e n d e l e n b u r g (48/6) darauf
hin, daß die Lichtreaktion selbst und nicht der
langdauernde Bleichungsprozeß des Sehpurpurs zu
Retinin für den Erregungsvorgang maßgebend ist.

Der gleiche Autor konnte das Ausmaß der Empfindlichkeitsänderung während der Dunkeladaptation nicht mit der Gesamtmenge des umgesetzten Sehpurpurs in Übereinstimmung bringen. Daraus folgerte er, daß die Dunkeladaptation nicht nur eine Funktion der Sehpurpurregeneration ist, sondern daß dabei vielleicht auch ein nervöser Erregungsablauf eine Rolle spielt.

B o u m a n und D o e s s c h a t e (5) sowie H a m b u r g e r (19) nehmen an, daß eine zentralnervöse Komponente neben der photochemischen mitbestimmend ist.

S c h o u t e n (42) unterscheidet zwischen einer α - und einer β -Adaptation. Erstere setzt nach Blendung sofort ein, dauert 0,05 sec. (S c h o b e r (40/3), T r e n d e l e n b u r g (48/8)) und spielt sich in der ganzen Retina ab. Dieser nervöse Regulationsmechanismus kann die Empfindlichkeit schlagartig erhöhen. Die β -Adaptation betrifft den eigentlichen Anpassungsvorgang (photochemischer Ablauf). Sie tritt nur in jenem Netzhautbereich auf, in dem das Rhodopsin durch die einfallenden Lichtquanten gebleicht wurde. Die Veränderung der Netzhauterregbarkeit auf rein nervösem Wege ist bei der Readaptation nach Blendung von großer Bedeutung und läßt die schlagartige Anpassungsfähigkeit nach einem kurzdauernden Lichtreiz verstehen (E c h t e (11), E c k e l (12), P a p s t (34)). Diese nervösen Prozesse der Dunkeladaptation sollen sich im Auge selbst abspielen, während E l s b e r g und S p o t n i t z (15) einen zentralen Adaptationsvorgang und ein entsprechendes corticales Zentrum annehmen. K r a n k e (28) glaubt an zentral subcortical Einflüsse.

c. Im Chiasma (ch) teilen sich die Fasern. Die des linken Auges aus dem Temporalquadranten bleiben im linken Sehnerv, zu dem die aus dem Nasalquadranten des rechten Auges hinzutreten. Die Fasern des linken Auges aus dem Nasalquadranten bilden mit denen aus dem Temporalquadranten des rechten Auges den rechten Sehnerv. Diese Faserkreuzung bewirkt, daß jeweils die zueinander gehörenden Bildpunkte an ein und derselben Stelle des Gehirns miteinander vereinigt werden.

2. Zweites Neuron

a. Die Fasern der beiden Tracti optici (otr) enden in den Ganglienzellen des rechten und linken seitlichen Kniehöckers (Corpus geniculatum laterale (lgn)).

b. Verbindungsleitungen

ℒ. zu den oberen Teilen der Vierhügelplatte (cols)

ℙ. zum lateralen Teil des Thalamus, Pulvinar genannt (pulv)

℣. zum Corpus geniculatum laterale ventrale = Nucleus praegeniculatus (pgn).

Jeder dieser drei Kerne ist strukturell verschieden angeordnet und hat seine eigenen besonderen Verbindungen mit anderen Gehirnteilen und spezifischen Funktionen.

3. Drittes Neuron

Die Hauptmasse der Fasern läuft als Gratiolet'sche Sehstrahlung (vis rad) in die Ganglienzellen des Occipitallappens (stra). Dieser Teil des Gehirns scheint Träger der eigentlichen Sinnesempfindung zu sein. Von ihm gehen Verbindungen zu den Hör-, Gleichgewichts- und Sprachzentren und jenen Teilen der Großhirnrinde, die die geistigen Funktionen (Frontallappen) vermitteln.

S c h o b e r (40/8) führt dazu aus: "Zwischen den Seh- und Pupillenzentren und allen wichtigen Hirn- und Rückenmarksgebieten müssen Verbindungen bestehen, was schon dadurch zum Ausdruck kommt, daß wir auf alle optischen Eindrücke unbewußt mit dem ganzen Körper reagieren können." Weiter weist der Autor darauf hin, "daß es auch Fasern gibt, die den umgekehrten Weg gehen, also im Gehirn entspringen und dann in der Netzhaut freientenden. Ihre Zahl, Anordnung und Gruppierung ist noch nicht genügend erforscht. Sie stammen aus dem Pulvinar des Thalamus. Ihre Aufgaben bestehen wahrscheinlich in der Regulierung der Netzhautempfindlichkeit, also des nervösen Anteils der Adaptation."

VI. Eigene Versuche über die zentrale Readaptation nach Blendung

In Anbetracht dessen, daß die Blendung im modernen Straßenverkehr eine große Rolle spielt und häufig Ursache schwerer Unfälle ist, gewinnt sie verkehrsmedizinisch bei steigender Verkehrsdichte immer mehr an Bedeutung; sie ist somit auch Gegenstand gerichtsärztlicher Begutachtung geworden.

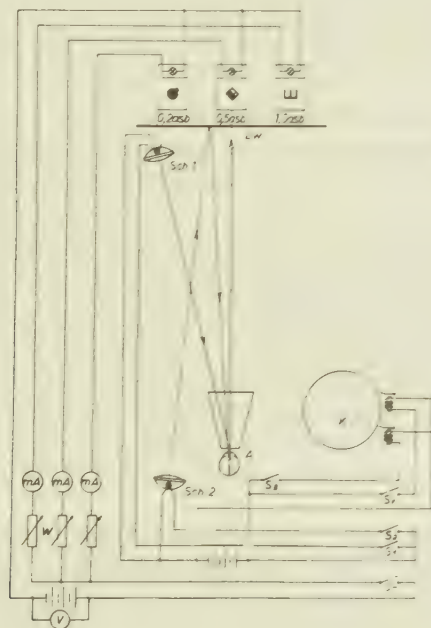
Wir wollten daher feststellen, wie sich unter verkehrsmedizinischen Bedingungen die Blendempfindlichkeit bei älteren Menschen verhält. Es erschien uns wichtig, den Einfluß der Blendung sowohl auf die erste Kontrastwahrnehmung = 1. Readaptationsstufe als auch auf das dann folgende erste Formenerkennen = 2. Readaptationsstufe zu untersuchen. Diese Forderung stellte schon R ü s s e l (37/1), ohne jedoch entsprechende eigene Versuche durchgeführt zu haben. Gerade für die Verkehrspraxis ist aber das erste flüchtige Erkennen eines Hindernisses für eine sofortige Reaktion - etwa im Sinne einer Ausweichbewegung - von Bedeutung, denn

bis zum einwandfreien klaren Gegenstandserkennen können wertvolle Sekunden verstrichen sein. Abgesehen davon ist der Kraftfahrer verpflichtet, bei Sichtbehinderung notfalls sofort anzuhalten.

Aus diesen Gesichtspunkten heraus haben wir eigene Versuche über die zentrale Dunkeladaptation nach Blendung mit einer Versuchsanlage nach B o h n é u. v a n B e u n i n g e n (4) vor, die den Gegebenheiten im Straßenverkehr näher kommt, als dies u.E. bei den verschiedenartigen Nvktometern, Adaptometern und Bewegungskompensationsgeräten der Fall ist.

1. Versuchsanlage

Abb. 3



In einem vollkommen verdunkelten Raum sah die Versuchsperson (A) sitzend durch einen Trichter, der zur Gesichtsfeldeinengung diente, auf eine sich im Abstand von 4,10 m vor ihr befindliche Leinwand (Lw) sowie auf ein "Vorfeld", vergleichbar dem eines Kraftfahrzeuges bei abgeblendetem Scheinwerferlicht. Das fragliche "Vorfeld" wurde mit Hilfe eines Autoscheinwerfers (Sch 2) mit 8 - 40 asb ausgeleuchtet. Dieser Wert entspricht der mittleren Leuchtdichte im Straßenverkehr bei Abblendlicht und dunkler Straße.

Hinter der Leinwand (Lw) befanden sich drei Holzkästchen (30:17:15 cm), die mit weißer Plakafarbe (Pelikanol) gestrichen waren, um somit eine gleichmäßige Reflexion und diffuses Licht zu erhalten. An ihrer Rückwand waren drehbare Sehzeichen, und zwar je ein Quadrat, ein Snellen-Haken und ein modifizierter Landolt'scher Ring, angebracht. Die Abwandlung bestand darin, daß an Stelle des offenen Ringes eine schwarze runde Scheibe ($d = 5$ cm) mit ange-setzter "Nase" (2×2 cm) trat. Die Sehwinkelgröße betrug $0,65^\circ$. Die Gesamtleuchtdichte des Kästchens war 0,2 asb, wobei sich die schwarze Scheibe in einem Kontrastverhältnis von 17 % gegenüber der weißen Rückwand abhob. Nach L o s s a g k (32/3) ist dies die Mindestleuchtdichte, die im Straßenverkehr noch wahrgenommen werden soll. Deshalb haben wir in unserer Versuchsreihe mit einem durch Gleichstrom erzeugten Leuchtdichtewert von 0,2 asb nach entsprechenden Voruntersuchungen zur Erzielung des Übungszuwachses gearbeitet und als Testzeichen nur den abgewandelten Landolt'schen Ring benutzt.

2. Versuchsablauf

Nachdem sich der Proband 5 Minuten auf den "Vorfeldhelligkeitsbereich", der etwa dem eines Kraftfahrzeuges mit abgeblendeten Scheinwerfern (8 - 40 asb) entsprach,

adaptiert hatte, wurde er 5 sec. mit einem 3,30 m vor ihm stehenden Scheinwerfer (Sch 1) mit 200 asb geblendet. Ein Assistent kontrollierte, daß die Versuchsperson voll in den Scheinwerfer sah. Danach wurde die Leinwand hochgezogen, so daß das beleuchtete Kästchen in das Blickfeld des Probanden kam. Sobald er in diesem erstmalig einen Kontrast wahrnahm (1. Readaptationsstufe), mußte er mit Hilfe eines Klingelknopfes einen Magnetschreiber (S_B) betätigen, der auf der Trommel eines laufenden Kymographen (0,62 cm/sec.) eine Markierung hinterließ. Beim ersten Formenerkennen (2. Readaptationsstufe) drückte er wiederum auf den Knopf. Zur Kontrolle des richtigen Erkennens mußte gleichzeitig die entsprechende Zifferblattzahl angegeben werden. Der durch das entstandene Skotom hervorgerufene Wechsel des Erkennungsvermögens wurde von der Versuchsperson so lange kymographisch registriert, bis die Endadaptationsstufe erreicht war.

Mit Hilfe eines zweiten Magnetschreibers, der dem ersten parallel lief, markierte der Versuchsleiter die Blendzeit und die angegebene Konturenwahrnehmung (2. Readaptationsstufe).

Zur Konstanterhaltung der Leuchtdichtewerte wurde die Versuchsanlage mit Gleichstrom gespeist, der ihr über entsprechende Meßgeräte zugeführt wurde¹⁾.

Jede unserer Versuchspersonen mußte sich zunächst einer ophthalmologischen Untersuchung unterziehen²⁾. Darüber hinaus wurden Diabetes mellitus und andere schwere Stoffwechselerkrankungen anamnestisch ausgeschlossen, da die

1) Die Eichung erfolgte mit dem Leuchtdichtemesser nach Beck (Firma Schmitt u. Haensch, Berlin)

2) Die Untersuchungen führte der Facharzt für Ophthalmologie, Priv. Doz. Dr. med. E. van Beuningen, durch.

Arbeiten von D i e t r i c h (9), H u n n (25), L a v e s (31), R i e g e l (36), S i e g e r t (44), T r u n k (47) erkennen lassen, daß eine Abhängigkeit zwischen der Dunkeladaptation und bestimmten Stoffwechselstörungen bestehen kann. Die Probanden wurden in ihrem gewohnten Lebensrhythmus belassen, jedoch angehalten, an den Versuchstagen Alkohol, Nikotin und Pharmaka zu meiden.

Wegen der verhältnismäßigen Einfachheit der psychotechnischen Versuchsanlage, wobei kein wesentlicher Übungszuwachs zu erwarten ist, schienen uns 5 Vorversuche ausreichend, um die Probanden mit der Apparatur vertraut zu machen.

Die Untersuchungen nahmen wir an 7 Frauen und 18 Männern im Alter zwischen 50 und 65 Jahren vor, weil gerade bei einer Gruppe von Menschen im vorgeschrittenen Lebensalter - im Gegensatz zu jüngeren - Störungen der Dunkeladaptation im größeren Umfang zu erwarten waren, und es andererseits mit von Bedeutung ist, da auch diese Menschen sich noch als Führer von Kraftfahrzeugen im Verkehr bewegen.

Tab. 1: Übersicht über die physiologischen bzw. physio-pathologischen Befunde

Tab. 1

Nr.	Ver- suchs- person	Ge- schlecht	Alter	Größe cm	Ge- wicht kg	RR (Ruhe) Hg/mm	Ophthalmologischer Befund
1	E	♂	58	178	85	130/85	RA 5/4 LA 5/4 R/L Fundus o. B.
2	Kl	♂	59	184	88	130/90	RA 5/6 c. c. sph. - 5, 0 LA 5/4 c. c. sph. -5, 0 Myopie R/L Fundus o. B.
3	O	♂	60	176	88	130/85	RA 5/8 s. c. sph. -1, 25 = 5/5 LA 5/8 s. c. sph. -0, 75 = 5/5 Myopie R/L Fundus o. B., geringer Strabismus bei Divergens 10°
4	B	♀	54	165	75	140/90	RA 5/4 c. c. sph. + 2, 0 = 5/4 LA 5/4 c. c. sph. + 2, 0 = 5/4 Hyperopie R/L Fundus o. B.
5	E	♀	50	169	68	130/90	RA 5/5 LA 5/4 R/L Fundus o. B.
6	Ke	♂	55	174	70	120/80	RA 5/4 LA 5/4 R/L Fundus o. B.
7	P	♂	52	162	65	150/80	RA 5/4 LA 5/4 R/L Fundus o. B.
8	B	♂	65	174	88	150/80	RA 5/4 LA 5/4 R/L Fundus o. B.
9	W	♂	63	176	90	150/90	RA 5/6 s. c. sph. + 0, 75 = 5/4 LA 5/4 s. c. Hyperopie R/L Fundus altersentsprechen- de Gefäßsklerose beiderseits
10	F	o	52	165	57	125/75	RA 5/5 c. c. sph. -1, 0 LA 5/5 c. c. sph. -1, 0 Myopie R/L Fundus o. B.

Nr.	Ver- suchs- person	Ge- schlecht	Alter	Größe cm	Ge- wicht kg	RR (Ruhe) Hg/mm	Ophthalmologischer Befund
11	V	♂	53	176	81	170/110	RA 5/6 c. c. sph. -7, 5 LA 5/4 c. c. sph. -9, 25 Myopie R/L Fundus temporaler Conus, zentral geringe Pigmentver- schiebung
12	Va	♂	57	189	92	120/80	RA 5/5 c. c. sph. -5, 0 = cgl - 1, 5 A 180° LA 5/5 c. c. sph. -6, 5 Myopie R/L Fundus Gefäßsklerose, temporaler Conus, gut durch- blutete Papille
13	S	♂	53	163	64	130/90	RA 5/4 LA 5/4 R/L Fundus o. B.
14	Kö	♂	55	176	94	185/100	RA 5/4 LA 5/4 R/L Fundus o. B.
15	D	♂	65	169	63	120/75	RA 5/5 LA 5/5 R/L Fundus o. B.
16	S	♂	58	180	76	110/75	RA 5/5 c. c. sph. -2, 25 LA 5/5 c. c. sph. -2, 0 Myopie R/L Fundus temporaler Conus auf beiden Seiten
17	Ke	♀	53	174	60	130/85	RA 5/5 LA 5/5 R/L Fundus o. B.
18	G	♀	54	162	82	115/80	RA 5/18 sph. + 2, 0 = 5/12 LA 5/12 sph. + 1, 0 = 5/4 Hyperopie R/L Fundus o. B.
19	Si	♀	54	164	50	110/80	RA 5/5 sph. - 1, 0 LA 5/5-5/4 Myopie R/L Fundus o. B.
20	E	♀	62	162	58	160/90	RA 5/4 c. c. sph. + 2, 25 LA 5/4 c. c. sph. + 2, 0 Hyperopie R/L Fundus o. B.

Die 20 Versuchspersonen wurden nach erfolgten Vorversuchen morgens vor Beginn ihrer Tagesarbeit, zwischen 7.30 - 8.30 Uhr, und abends nach Dienstscluß, zwischen 17.30 - 19.30 Uhr, jeweils fünfmal mit unserer Versuchsanlage, wie bereits beschrieben, getestet. Dabei mußte sich jeder Proband maximal auf die ihm gestellte Aufgabe konzentrieren. Jeder war bestrebt, Optimales zu leisten. Im Straßenverkehr jedoch liegen die Verhältnisse anders. Man denke nur an die Vielfalt der Ablenkungen, die sich dem Kraftfahrer laufend bieten; sei es, daß Mitfahrer seine Konzentration beeinträchtigen oder die sonstige Umwelt. Es tauchte hier die Frage auf, wie sich die optischen Leistungen unserer Versuchspersonen unter distributiver Aufmerksamkeit verhalten. Zur Prüfung der letzteren boten sich uns mehrere Möglichkeiten an: ein Rechentest, akustische Reize, z.B. durch Musik, unangenehme Geräusche oder Führung einer Diskussion mit einer dritten Person. Nach den Vorversuchen entschlossen wir uns zu einer akustischen Ablenkung, darin bestehend, daß während der Blendung und den ersten Anpassungssekunden eine Hupe ertönte. Dieser Ablenkungsversuch fand sowohl morgens als auch abends zweimal statt. Zur Prüfung eines fraglichen Einflusses einer Kreislaufbelastung auf die Readaptationszeit führten wir zweimal einen abgewandelten S c h e l l o n g (39)-Test durch, indem die Versuchspersonen eine Treppe von 25 Stufen zweimal hinunter- und hinauflaufen mußten. Die dazu benötigte Zeit betrug im Durchschnitt 40 Sekunden bis 1 Minute. Nach jeder Belastung erfolgte ein erneuter Blendversuch. Um Sofortwerte des Blutdruckes nach Belastung ermitteln zu können, verblieb die Gummihohlmanschette während des ganzen Vorganges am Arm.

3. Versuchsergebnisse

Jede Versuchsperson wurde außer den Vorversuchen 16mal getestet, so daß sich eine Gesamtzahl von 320 Einzelversuchen ergab. Die kymographisch registrierten Werte für die beiden genannten Phasen des Sofort-Dunkelangepassungsvermögens haben wir zunächst der Genauigkeit wegen in Millimetern ausgemessen, dann statistische Berechnungen¹⁾ durchgeführt und deren Ergebnisse anschließend in Zeitgrößen umgesetzt.

Im einzelnen ergab sich nun folgendes:

Tab. 2

TABELLE DER MITTELWERTE [in sec.]

	- a -	- b -	- a d -	- b d -	- c -
n	100	100	40	39	39
-1-	3,85	4,40	3,93	3,73	4,07
-2-	15,66	15,31	15,78	14,46	17,17

- a = Blendversuche am Morgen
- b = Blendversuche am Abend
- ad = Blendversuche am Morgen bei abgelenkter Aufmerksamkeit
- bd = Blendversuche am Abend bei abgelenkter Aufmerksamkeit
- c = Blendversuche am Abend unter körperlicher Belastung
- n = Anzahl der Versuche
- 1- = Kontrastwahrnehmung
- 2- = Formenerkennen

¹⁾ Die statistischen Untersuchungen führte Herr Dr. E. Zimmermann, zur Zeit Chemisch-Physiologisches Institut, Würzburg, durch.

Tab. 3

TABELLE DER STANDARDABWEICHUNGEN (in sec.)

	- a -	- b -	- a d -	- b d -	- c -
-1-	$\pm 0,160$	$\pm 0,313$	$\pm 0,285$	$\pm 0,109$	$\pm 0,324$
-2-	$\pm 1,71$	$\pm 1,219$	$\pm 2,669$	$\pm 2,095$	$\pm 2,452$

Tab. 4

TABELLE DER MITTLEREN QUADRATISCHEN ABWEICHUNG (in sec.)

	- a -	- b -	- a d -	- b d -	- c -
-1-	$\pm 1,589$	$\pm 3,089$	$\pm 1,761$	$\pm 0,665$	$\pm 1,968$
-2-	$\pm 16,903$	$\pm 12,048$	$\pm 16,806$	$\pm 12,742$	$\pm 14,935$

Tab. 3 u. 4:

- a = Blendversuche am Morgen
- b = Blendversuche am Abend
- ad = Blendversuche am Morgen bei abgelenkter Aufmerksamkeit
- bd = Blendversuche am Abend bei abgelenkter Aufmerksamkeit
- c = Blendversuche am Abend unter körperlicher Belastung
- 1- = Kontrastwahrnehmung
- 2- = Formenerkennen

Die Versuche sind im einzelnen statistisch wie folgt dargestellt:

Abb. 4

- a = Blendversuche am Morgen
- 1- = Kontrastwahrnehmung
- 2- = Formenerkennen

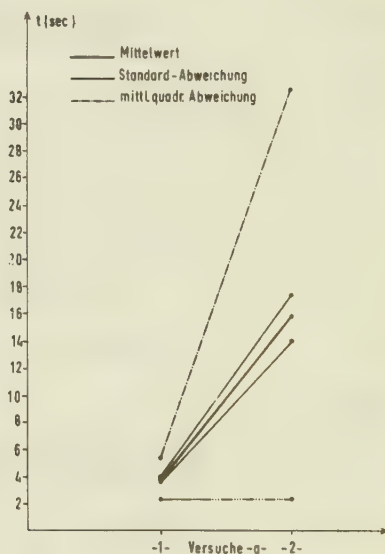


Abb. 5

- b = Blendversuche am Abend
- 1- = Kontrastwahrnehmung
- 2- = Formenerkennen

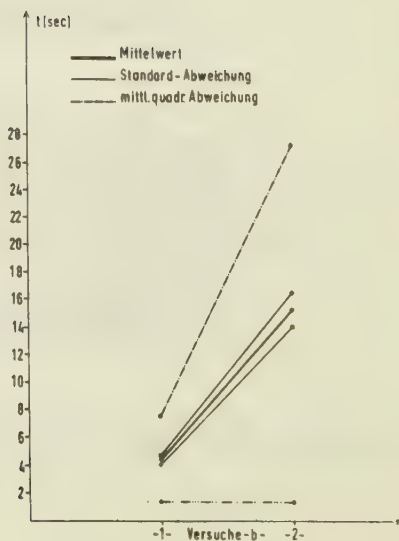


Abb. 6

ad = Blendver-
suche am
Morgen bei
abgelenkter
Aufmerksamkeit

-1- = Kontrast-
wahrnehmung

-2- = Formener-
kennen

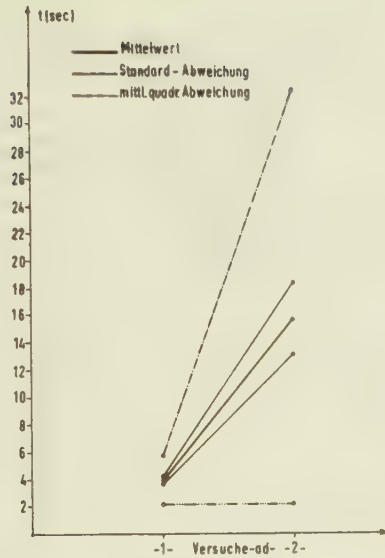


Abb. 7

bd = Blendver-
suche am
Abend bei
abgelenkter
Aufmerksamkeit

-1- = Kontrast-
wahrnehmung

-2- = Formener-
kennen

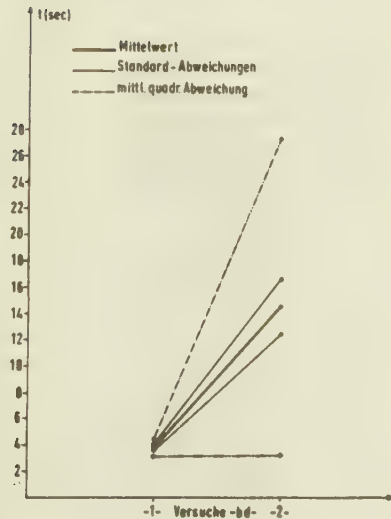


Abb. 8

- c = Blendversuche am Abend unter körperlicher Belastung
 -1- = Kontrastwahrnehmung
 -2- = Formenerkennen

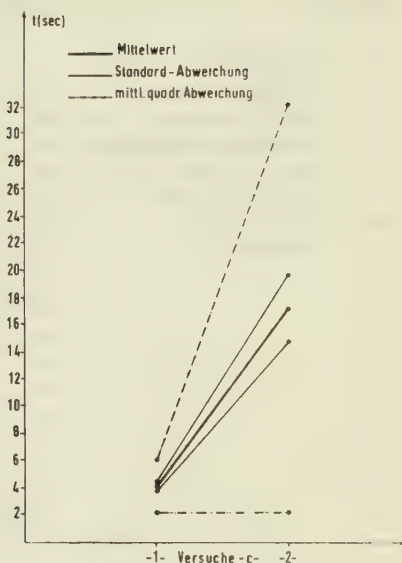


Abb. 9

- x_1 = Mittelwerte der Kontrastwahrnehmung
 x_2 = Mittelwerte des Formenerkennens
 a = Blendversuche am Morgen
 b = Blendversuche am Abend
 ad = Blendversuche am Morgen bei abgelenkter Aufmerksamkeit
 bd = Blendversuche am Abend bei abgelenkter Aufmerksamkeit
 c = Blendversuche am Abend unter körperlicher Belastung

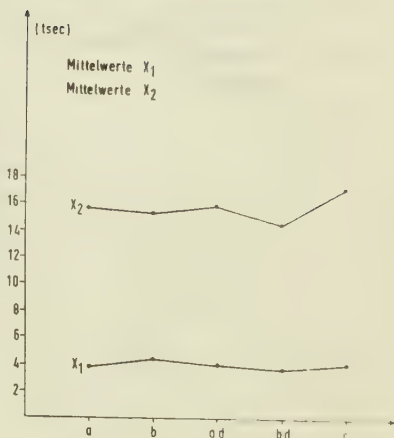


Abb. 10

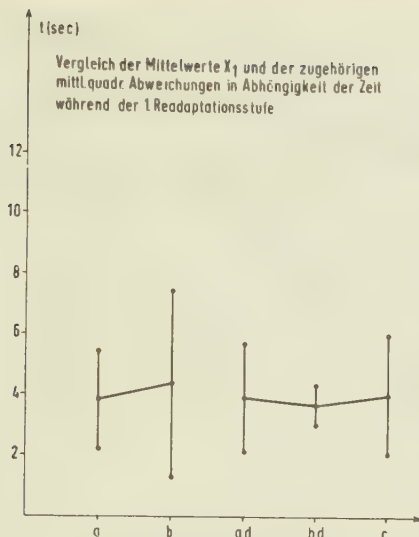
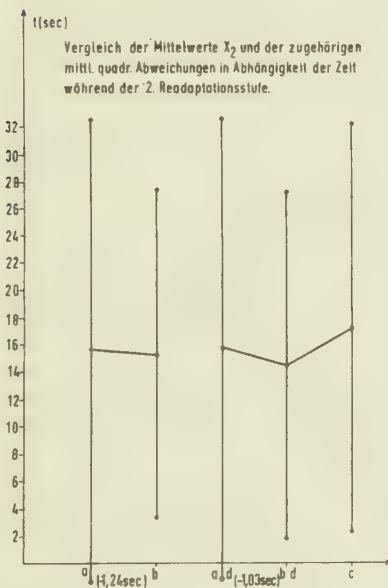


Abb. 11

Abb. 10 u. 11:

- x_1 = Mittelwerte der Kontrastwahrnehmung
 x_2 = Mittelwerte des Formenerkennens
 a = Blendversuche am Morgen
 b = Blendversuche am Abend
 ad = Blendversuche am Morgen bei abgelenkter Aufmerksamkeit
 bd = Blendversuche am Abend bei abgelenkter Aufmerksamkeit
 c = Blendversuche am Abend unter körperlicher Belastung



Die mathematisch errechnete mittlere quadratische Abweichung ist für den a und ad Versuch biologisch nicht möglich, da zur Readaptation mehr als 0 sec. erforderlich sind.

Abb. 12



Abb. 13

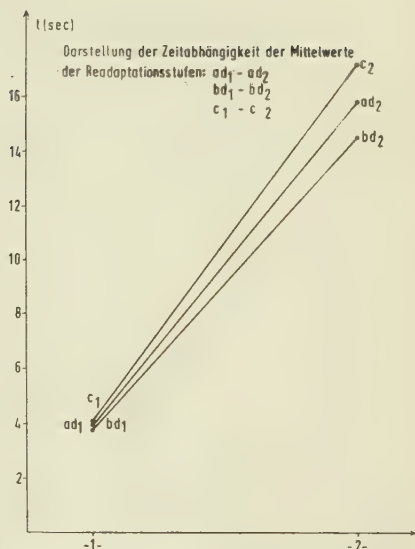


Abb. 14

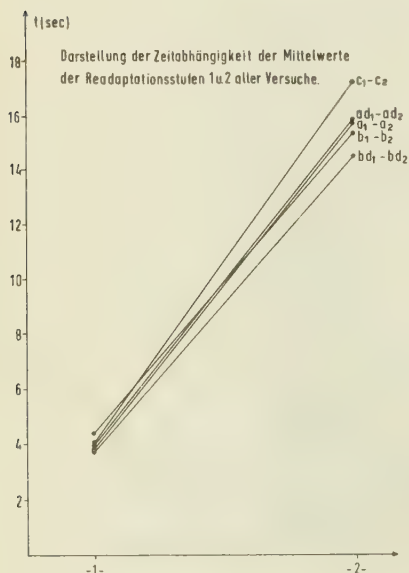


Abb. 12, 13 u. 14:

- $a_1 - a_2$ = Zeitspanne zwischen 1. u. 2. Readaptationsstufe (Morgenversuche)
- $b_1 - b_2$ = Zeitspanne zwischen 1. u. 2. Readaptationsstufe (Abendversuche)
- $ad_1 - ad_2$ = Zeitspanne zwischen 1. u. 2. Readaptationsstufe (Morgenversuche bei abgelenkter Aufmerksamkeit)
- $bd_1 - bd_2$ = Zeitspanne zwischen 1. u. 2. Readaptationsstufe (Abendversuche bei abgelenkter Aufmerksamkeit)
- $c_1 - c_2$ = Zeitspanne zwischen 1. u. 2. Readaptationsstufe (Abendversuche unter körperlicher Belastung)

Die tabellarische und graphische Darstellung des errechneten arithmetischen Mittels der gemessenen Blutdruckwerte ergibt sich aus Tabelle 5 und 6 und Abbildung 15.

Tab. 5

TABELLE DER ARITHMETISCHEN MITTELWERTE
DER BLUTDRUCKMESSUNGEN.

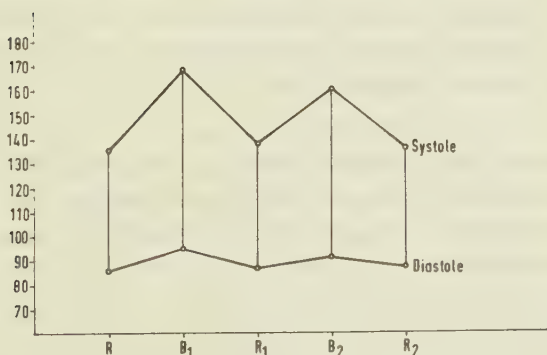
	R	B ₁	R ₁	B ₂	R ₂
Systole	135	168	137	160	135
Diastole	85	94	86	91	86

Tab. 6

TABELLE DER ARITHMETISCHEN MITTELWERTE
DER BLUTDRUCKAMPLITUDE.

R	B ₁	R ₁	B ₂	R ₂
49	74	51	69	48

Abb. 15



Tab. 5 u. 6, Abb. 15:

R = Ruhewert
 B₁ = 1. Belastung
 R₁ = wieder erreichter Ruhewert nach 1. Belastung
 B₂ = 2. Belastung
 R₂ = wieder erreichter Ruhewert nach 2. Belastung
 B₁-R₁ = 4 Minuten
 B₂-R₂ = 4 Minuten

Bei der Auswertung unserer erhobenen Befunde kommen wir zu folgenden Ergebnissen:

4. Besprechung der Ergebnisse

Wenn man die Werte für die erste Readaptationsstufe miteinander vergleicht, so sind signifikante Unterschiede nicht zu erblicken. Die geringen Differenzen, die in einer Zeitspanne von ungefähr 0,6 sec. im Mittelwert liegen, beruhen möglicherweise zum Teil darauf, daß eine unterschiedliche Versuchsanzahl miteinander in Korrelation tritt. Zwischen der 1. und 2. Readaptationsstufe erstreckt sich eine Zeit von maximal 13,1 sec.. Dies deutet im Vergleich zu Untersuchungen von S e l l - h u s e n (43) auf eine verlängerte Readaptationsphase bei älteren Menschen hin. Die unter den verschiedenen Versuchsbedingungen ermittelten Werte der 2. Readaptationsstufe weichen ebenfalls nicht deutlich voneinander ab. Auffallend hingegen ist jedoch für das Formensehen die große Streubreite, die sich in der mittleren quadratischen Abweichung ausdrückt, während für das Kontrastsehen die minimalen und maximalen Werte wesentlich enger beieinander liegen. Tageszeitliche Schwankungen. Bei Konzentrativer Aufmerksamkeit sind zwar vorhanden, doch liegen sie in der Gesamtzahl nur etwa 0,55 sec. im Mittelwert auseinander.

Deutlicher fallen die Zeiten für die Belastungsversuche heraus, was insbesondere aus der Abbildung 11 hervorgeht. Es muß noch darauf hingewiesen werden, daß der Schwan-
kungsbereich innerhalb der einzelnen Versuchsgruppen deutlich ist, und zwar besonders für die 2. Funktion.

Die Blutdruckkontrolle ergab eine Druckerhöhung für die systolische und die diastolische Phase nach Belastung unter deutlicher Vergrößerung der Amplitude mit markantem Anstieg des systolischen Wertes, während der dia-

stolische sich nur verhältnismäßig geringfügig änderte, eine Erscheinung, die für einen kompensierten Kreislauf spricht, vor allem wenn man den Abfall zum Ruhewert nach etwa 4 Minuten berücksichtigt.

Bereits früher wurden Versuche an älteren Menschen durchgeführt mit dem Ziel, festzustellen, ob diese ein anderes Dunkelanpassungsvermögen besitzen als jüngere. In der Literatur finden sich hierüber zum Teil unterschiedliche Aussagen. So lehnt W ö l f f l i n (53/1) eine wesentliche Beeinflussung der Dunkeladaptation durch das Lebensalter ab, gibt jedoch zu, "daß die Adaptationswerte vom 5. bzw. 6. Dezenium in einer leichten Abnahme begriffen sind." Er weist weiter darauf hin, daß der Pigmentgehalt des Auges eine gewisse Rolle beim Adaptationsverlauf spielen könnte. So spricht er "stark Dunkelhaarigen" eine rasche Anpassungsfähigkeit und hohe Lichtempfindlichkeit zu, während er bei "ausgesprochenen Blondinen" eine verlangsamte Adaptation annimmt (53/2). B r a u n (6), C o l o m b o (7), D i e t e r (8), E c h t e (11), H e i n s i u s (21), L a n g e (30), L a v e s (31), P a p s t (34), S a h a w i (38), S c h o b e r (40/6), S i e g e r t (44), T r e n d e l e n b u r g (48/9), T s c h e r m a k (49) beobachten, daß sich mit zunehmendem Lebensalter die Dunkeladaptation verzögert.

Uns erschien es wichtig, einmal durch systematische Untersuchungen festzustellen, ob und inwieweit eine Verschlechterung der Readaptation nach Blendung unter verkehrsmedizinischem Aspekt sowohl auf die Kontrastwahrnehmung (1. Readaptationsstufe) als auch auf das Formenerkennen (2. Readaptationsstufe) als Ausdruck des wieder-eintretenden binocularen Auflösungsvermögens bei einer Personengruppe im Alter von 50 - 65 Jahren vorliegt. Die Ergebnisse wurden - wie bereits gezeigt - statistisch ausgewertet, um einen größeren Aussagewert zu haben.

Darüber hinaus stellten wir uns noch die Fragen, ob die Blendempfindlichkeit durch akustische Ablenkung, wie sie ja auch im Straßenverkehr laufend vorkommt, und durch physische Belastung beeinflussbar ist und ob sie tageszeitlichen Schwankungen unterliegt.

VII. Diskussion der Ergebnisse

Beim Vergleich unserer Ergebnisse mit denen von S e l l h u s e n (43), der mit derselben Versuchsanlage unter gleichen Bedingungen eine Personengruppe im Alter von 20 - 30 Jahren testete, ergibt sich eine deutliche Differenz zwischen beiden Personengruppen.

Unsere Ergebnisse können u.E. dahingehend interpretiert werden, daß die geringfügige Verkürzung der Readaptationszeit nach Blendung unter der beschriebenen akustischen Ablenkung dadurch aufgetreten ist, daß eine plötzliche Reizung des Sympathikus im Sinne einer Schreckreaktion eintrat, wodurch es infolge einer zu vermutenden Adrenalin ausschüttung zu einer Vasokonstriktion, damit zu einer relativen Hypertonie und hierdurch zu einer Verbesserung der Durchblutungsverhältnisse in der Retina kam. So weist D i e t r i c h (9) darauf hin, daß der Blutdruck einen wesentlichen Einfluß auf die Dunkeladaptation habe, und zwar insofern, daß Hypertoniker besser als Hypotoniker adaptieren. Eine Steigerung des Blutdruckes erzielte sie im Experiment durch Veritolgaben. Daraus kann geschlossen werden, daß es sich um eine Hypertension während des ganzen Versuchsablaufes gehandelt hat. Dagegen ist anzunehmen, daß in unserem Ablenkungsversuch eine mutmaßliche temporär eng begrenzte Blutdruckerhöhung als funktionelle Reaktion im Sinne einer gewissen Stresswirkung aufgetreten ist.

Die nicht wesentliche Erhöhung der Blendempfindlichkeit unter körperlicher Belastung könnte ihre Erklärung darin finden, daß die Wirkung der dabei aufgetretenen kurzzeitlichen Hypertonie auf den Readaptationsvorgang durch eine physische Erschöpfung und eine sich daraus ergebende nervöse Spannungsabnahme übertroffen wurde.

Die festgestellten geringen Unterschiede im Tagesrhythmus wären unter Umständen auf das schwankende Leistungsangebot zurückzuführen, worauf bereits R ü s s e l (37/2) aufmerksam gemacht hat. G r a f (14) kam in Bezug auf die Dunkeladaptation zum gleichen Ergebnis, während K y r i e l e i s (29) die Auffassung vertritt, daß Tagesschwankungen keinen Einfluß darauf haben.

Daß die Versuchspersonen verschiedenen Geschlechts waren, scheint uns für diese Untersuchungen bedeutungslos zu sein, denn bisher konnten sich keine Differenzen bei der Adaptation zwischen Männern und Frauen nachweisen lassen (L a n g e (30), W ö l f f l i n (53/3)).

Bei Sichtung der Werte für die Readaptationszeiten der Myopen (die Probanden behielten während der Versuche ihre Brillen auf) hat sich im Vergleich zu den Normal-sichtigen keine wesentliche Zeitdifferenz ergeben. Geringe Hyperopie bei normaler Sehschärfe möchten wir in Übereinstimmung mit B r a u n (6/2) als bedeutungslos ansehen. Wir glaubten infolgedessen darauf verzichten zu können, mit Hilfe der Statistik zu klären, ob ein signifikanter Unterschied zwischen den Readaptationszeiten von Myopen und Emmetropen zu erwarten ist.

Somit dürfte u. E. die festgestellte deutliche Verschlechterung der Readaptationszeiten nach Blendung altersbedingt und nicht Folge von Refraktionsstörungen sein.

Bei jedem Sehvorgang tritt die Trias "Retina-Sehleitung-Sehzentrum" in Aktion. Veränderungen der Funktion können in jedem Abschnitt vorkommen. Beim Auftreten eines Abfalles der Sehleistung in der Dämmerung im Alter scheinen degenerative Veränderungen eine Rolle zu spielen.

H a m b u r g e r (19/2) führt als Ursache für das retardierte Dunkeladaptationsvermögen der Augen die Altersmiosis, die schlechtere Akkommodation und eine langsamere Pupillenmotorik an, ferner Veränderungen der lichtbrechenden Medien, wie z.B. Trübung der Hornhaut, der Linse und des Glaskörpers. Diese Auffassung vertritt auch S c h o b e r (40/5). B r a u n (6/1) weist jedoch darauf hin, daß die Abnahme der Dämmerungssehleistung mit fortschreitendem Alter nicht allein auf Störungen in den brechenden Medien, sondern auch auf sklerotische Veränderungen zurückzuführen ist. Photochemisch ist die Erhöhung der Blendungsempfindlichkeit nicht zu erklären, wenn man der Meinung von S c h o b e r (40/9) folgt, wonach die chemischen Vorgänge bei der Dunkeladaptation altersunabhängig sind.

Als gesichert scheint, daß durch sklerotische Veränderungen der Netzhautgefäße Durchblutungsstörungen der Retina auftreten können (B r a u n (6/1), M e t z g e r (33)). Die Netzhaut wird von zwei verschiedenen Gefäßsystemen versorgt. Ein Diffusionsstrom aus der Choriocapillaris der Aderhaut und ein Diffusionsstrom aus den präkapillaren Arteriolen der Zentralgefäße begegnen sich zwischen innerer und äußerer Körnerschicht, etwa in der Höhe der Henle'schen Faserschicht. Im Alter und bei Arteriosklerose wird diese Grenzschicht zur "kritischen Ernährungszone" (T h i e l (46)). Auch die Arterienwände selbst werden von einem inneren und äußeren Ernährungsstrom versorgt, wobei der innere durch Diffusion aus dem Gefäßlumen und der äußere durch die Vasa vasorum erfolgt. Somit besteht auch an den Gefäßen eine "kritische

Ernährungszone", die unter pathologischen Bedingungen, z.B. bei Arteriosklerose, zu einem "Schlackenfänger" werden kann.

Daß im Alter die das Auge durchströmende Gesamtblutmenge abnimmt und damit eine Funktionsminderung auftreten kann, zeigten v a n B e u n i n g e n u. F i s c h e r (2/7 u. 2/8). Sie bestimmten das arterielle Minutenvolumen des Auges. Gemessen wurde die gesamte Durchflußmenge der Aderhaut, Ciliar-, Retina- und Papillargefäße pro Puls-schlag. Hieraus ergaben sich folgende Werte:

20 - 40 Jahre	1100 - 1200	mm ³ /Min.
60 - 70 Jahre	700 - 800	mm ³ /Min.
Arteriosklerose	400 - 500	mm ³ /Min.

Die festgestellte Funktionsminderung bei der Readaptation unserer Versuchspersonen würde eine zusätzliche Erklärung darin finden, daß sich zu den beschriebenen Veränderungen am Auge selbst noch degenerative im Gehirn und seinem Gefäßsystem hinzugesellen. Wenn man noch berücksichtigt, daß nach den Feststellungen von K e t y (26) und anderen die Durchblutungsgröße und Sauerstoffversorgung im Alter bei präsklerotischen und sklerotischen Prozessen abnimmt, woraus sich eine allgemeine Funktionsminderung ergeben kann und damit auch eine cerebrale Leistungsab-nahme, dann liegt die Vermutung nahe, daß das Nachlassen des Anpassungsvermögens Folge solcher Störungen sein kann. H i r s c h (22/1) sieht die Ursache der Verzögerung des Adaptationsvorganges in altersbedingten Veränderungen zusätzlich am vegetativen und zentralen Nervensystem.

Gestützt auf die im Schrifttum verankerten reichhaltigen Interpretationen der Dunkeladaptationsstörungen des Auges im Alter möchten wir annehmen, daß auch die von uns nach-

gewiesenen Zeitverzögerungen des Sofort-Dunkelanpassungsvermögens unter den geschilderten Voraussetzungen Ausdruck degenerativer Veränderungen *sind*.

VIII. Zusammenfassung

1. Mit Hilfe einer unter verkehrsstrafrechtlichen Gesichtspunkten konstruierten Versuchsanlage wurden bei 20 Versuchspersonen im Alter zwischen 50 - 65 Jahren unter Berücksichtigung des Übungszuwachses 320 Messungen der zentralen Readaptationszeit nach Blendung vorgenommen und statistisch ausgewertet.
2. Unterschieden wurde zwischen einer ersten Kontrastwahrnehmung und einer ersten Formenerkennung als Ausdruck des Wiedereintretens des binokularen Auflösungsvermögens nach Blendung.
3. Tageszeitliche Unterschiede, Ablenkung der Aufmerksamkeit sowie Einflüsse körperlicher Belastung waren zwar als beeinflussende Faktoren zu vermuten, doch konnte dies nicht signifikant nachgewiesen werden.
4. Bei der Auswertung der kymographisch gemessenen Readaptationszeiten ergaben sich keine auffälligen Unterschiede zwischen den in der Versuchsgruppe vorhandenen Myopen und Emmetropen.
5. Die Mittelwerte für die erste Kontrastwahrnehmung betrugen 3,99 sec. und für das erste Formenerkennen 15,68 sec.. Im Vergleich zu jüngeren Menschen waren die Readaptationszeiten deutlich verlängert.
6. Die getroffenen Feststellungen sind für die Verkehrsmedizin bedeutungsvoll.

Abschließend gilt mein Dank dem Institut für gerichtliche und soziale Medizin der Universität Frankfurt am Main, in dem ich meine Untersuchungen durchführte; vor allem danke ich Herrn Dr. med. Bohné, der mich bei meinen Versuchen und bei der Ausarbeitung meiner Dissertation mit wertvollen Ratschlägen unterstützte.

Literatur:

1. Bartley, S.H. : Central mechanisms of visions, Handbook of Physiology, Sect. 1: Neurophysiology 1, Washington, D.C. 1959, 713-739
2. van Beuningen, E. :
 - (1) Der Einfluß des Intelligenzgrades bei ophth. Untersuchungsmethoden, Graef. Arch. 148, 258-266, (1948)
 - (2) Die Änderung von Sinnesleistungen durch Übung in ihrer Bedeutung für klinisch-ophthalmologische Untersuchungen, Graef. Arch. 149, 460-489, (1948)
 - (3) Die experimentellen u. statistisch-biologischen Untersuchungsbedingungen zur Messung der Leistungssteigerung bei Dunkeladaptation, Graef. Arch. 149, 490-502, (1949)
 - (4) Günstigste Bedingungen zur Massenuntersuchung der Dunkelanpassung und die Veränderung der Kurve der Hellanpassung bei Adaptationsstörungen, Med. Diss. Berlin 1940
 - (5) Vergleichende Untersuchungen über Dunkelsehen, Klin. Mbl. d. Augenheilkunde 111, 34, (1946)
 - (6) Gemeinsame Störungen des peripheren und zentralen Lichtsinnes der Netzhaut, Z. Sinnesphysiologie 70, 184-196, (1943)
 - u. F.W. Fischer :
 - (7) Die klinische Pulsvolumen- und Grundstrombestimmung des Auges, Klin. Mbl. d. Augenheilkunde 131, 57-61, (1957)
 - (8) Arterielle Minutenvolumenbestimmung des Auges u. ihre klin. Bedeutung, Bericht dtsh. ophthal. Gesellschaft, Heidelberg, 61, 218-227, (1958)
3. de Boer, J. B. : Blendung beim nächtlichen Straßenverkehr, Zentralblatt f. Verkehrsmedizin, Verkehrspsychologie, Gildesverlag Bad Godesberg, 4, 185-203, (1957)

4. Bohné, G. u.
E. van Beuningen : Über eine Möglichkeit zur Messung
der Readaptation, Dtsch. Z. ger.
Med. 53, 148-153, (1963)
5. Bouman, M.A. u. J.
Ten Doesschate, : Nervous and Photochemical Components
in Visual Adaptation, Ophthalmolo-
gica, Basel, 126, 222, (1953)
6. Braun, R. : Die Nyktometeruntersuchung als Er-
gänzung u. Ersatz d. Adaptations-
prüfung, Graef. Arch. 144, 41-62,
(1942),
(1) 59,
(2) 57
7. Colombo, J. : Experimenteller Beitrag zum Pro-
blem d. Dämmerungssehen u. d.
Blendung im motorisierten Straßen-
verkehr, Med. Diss. Zürich, 1955
8. Dieter, W. : Allgem. Störungen d. Adaptation d.
Sehorgans, Handbuch der norm. u.
path. Physiol. XII, 2, Springer-
Verl. Berlin, 1931, 1595-1605
9. Dietrich, A. : Die Adaptationszeit bei Mangeler-
krankungen, Med. Diss. Hamburg 1948
10. Dobson, J. P. : Emotional Background of Myopia,
Journal of Aviation Medicine 5,
365, (Okt. 1949)
11. Echte, K. : Blendungsempfindlichkeit im Ver-
laufe der Dunkeladaptation, Med.
Diss. Hamburg 1957
12. Eckel, K. : Der Adaptationsverlauf unter ver-
schieden starker Ausbleichung u.
kurzfristiger Blendung sowie unter
O₂-Atmung, Ophthalmologica, Basel,
122, 325-334, (1951)
13. Elsberg u. Spotnitz: zitiert in 'Kranke, D.'
Untersuchungen über das Verhalten
der Dunkeladaptation bei Schiel-
amblyopien, Med. Diss. Jena 1958
14. Graf, C. : Arbeitsphysiologie 12, 449, (1943)

15. Gramberg-Danielsen, B. : Dunkeladaptation, Beleuchtung u. Blendung im Straßenverkehr, Augenarzt u. Straßenverkehr, Klin. Mbl. d. Augenheilkunde 138, 562-565 (1961)
16. Granit, R. : Neural activity in the Retina, Handbook of Physiology, Sect. 1: Neurophysiology 1, Washington D.C. 1959, 693-710
17. Gütl, W. u. E. F. Sievers : Die augenärztliche Begutachtung im Rahmen verkehrsmedizinischer Eigentumsuntersuchungen, Ärztl. Mitteilungen, 47./59. J., 1215-1222, (1962)
18. Haberich, F.-J. : Über einen rasch ablaufenden Adaptationsvorgang nach Blendung, Naturwissenschaften, Heidelberg, 41, 23, (1954)
19. Hamburger, F. A. : Das Sehen in der Dämmerung, Springer-Verl. Wien 1949,
(1) 23 u. 26,
(2) 87
20. Harrison, V.G.W. : The Measurement of Glare. Proc. Techn. Sect. Paper Makeis Assre. 26, 443, (1947)
21. Heinsius, E. : zitiert in 'Laves-Bitzel-Berger' Der Straßenverkehrsunfall, Ferdinand Enke Verl. Stuttgart 1956, 64
22. Hirsch, S. :
(1) Das Altern der Organe in morpholog. u. funktioneller Hinsicht, Handbuch der norm. u. path. Physiol. XIII, Springer-Verl. Berlin, 1931, 808-830
(2) Das Altern u. Sterben des Menschen, Handbuch der norm. u. path. Physiol. XIII, Springer-Verl. Berlin, 1931, 465
23. Holladay : zitiert in 'Laves-Bitzel-Berger' Der Straßenverkehrsunfall, Ferdinand Enke Verl. Stuttgart 1956, 60

24. Hosemann, H. : Die Grundlagen d. Statistischen Methoden für Mediziner u. Biologen, Georg Thieme-Verl. Stuttgart 1949
25. Hunn, k. : Ist die Prüfung der zentr. Dunkeladaptation als Leberfunktionsprobe geeignet? Med. Diss. Freiburg 1951
26. Kety, S. : Human Cerebral Blood Flow and Oxygen Consumption as related to aging. Journal of Chronic diseases 5, 478-485, (Mai 1956)
27. Kohlrausch, A. : Die graphische Darstellung d. Adaptationsverlaufes, Handbuch der norm. u. path. Physiol. XII,2, Springer-Verl. Berlin, 1931, 1572-1594
28. Kranke, D. : Untersuchungen über das Verhalten der Dunkeladaptation bei Schielamblyopien, Med. Diss. Jena 1958
29. Kyrieleis, W. : zitiert in 'Hamburger, F.A.' Das Sehen in der Dämmerung, Springer-Verl. Wien 1949, 27
30. Lange, F. : Untersuchungen zur norm. Verteilung d. Lichtsinnes in der Netzhaut u. ihre Altersabhängigkeit, Graef. Arch. 153, 93, (1952)
31. Laves, W. : zitiert in 'Laves-Bitzel-Berger' Der Straßenverkehrsunfall, Ferdinand Enke Verl. Stuttgart 1956,
 - (1) 55,
 - (2) 52-80
32. Lossagk, H. : Sinnestäuschung und Verkehrsunfall, Verkehrs- u. Wirtschafts-Verlag GmbH, Dortmund, 1953,
 - (1) 37,
 - (2) 80,
 - (3) Mündl. Besprechung in Ratingen, Februar 1961
33. Metzger, E. : Lokale Störungen der Adaptation d. Sehorganes, Handbuch der norm. u. path. Physiol. XII,2, Springer-Verl. Berlin, 1931, 1606-1615

34. Papst, W. : Wesen und Gefahren des Nachtsehens im Straßenverkehr, Umschau 61. J., 749-752, (1961)
35. Polyak, S. : The vertebrate visual system, The University of Chicago Press 1955, 289-291
36. Riegel, H. : Die Bedeutung der Adaptometrie als Bestimmungsmethode für den Vitamin A Haushalt des menschl. Organismus, Med. Diss. Erlangen 1951
37. Rüssel, A. :
 - (1) Psychologische Untersuchungen über Blendung im Straßenverkehr, Zentralblatt f. Verkehrsmedizin, Verkehrspsychologie, Gildeverlag Bad Godesberg, 1, 1-13, (1957)
 - (2) Arbeitsphysiologie, Verl. Hans Huber Bern u. Stuttgart 1961, 27-30
38. Sahawi, E. : Dunkeladaptationskurven am neuen Zeiss-Adaptometer nach Altersklassen Med. Diss. Leipzig 1957
39. Schellong, F. u. B. Lüderitz : Regulationsprüfung d. Kreislaufes, Verl. Dr. Dietrich Steinkopff, Darmstadt 1954, 6-15
40. Schober, H. : Das Sehen, 1 u. 2, Fachbuchverl. Leipzig 1960
 - 1: 26-31, 33-37, 158, 165, 198
 - 2: 33-58, 62-90
 - (1) 2: 38
 - (2) 2: 37
 - (3) 2: 45
 - (4) 2: 63
 - (5) 2: 66
 - (6) 2: 35
 - (7) 1: 29
 - (8) 1: 38
 - (9) 1: 34
 - (10) 2: 39

noch

40. Schober, H. :
(11) Die Nachtmyopie u. ihre Ursachen, Graef. Arch. 148, 171-186, (1948)
(12) Die Blendschutzbrille des Kraftfahrers, Zentralblatt f. Verkehrsmedizin, Verkehrspsychologie, Gildeverlag Bad Godesberg, 4.J., 3-12, (1958)
41. Scholz, H. : Über die Leistungsminderung durch Blendung, Med. Diss. Kiel 1951
Über den Einfluß der Blendung auf die Dämmersehleistung, Arbeitsphysiologie, 15, 1-22, (1953)
42. Schouten, J. F. : Zur Analyse der Blendung, Proceedings of the section of sciences, 37, 506-516, (1934)
43. Sellhusen, K. : Experimentelle Untersuchungen über die Readaptation von Jugendlichen unter verkehrsstrafrechtlichen Gesichtspunkten, Med. Diss. Frankfurt am Main 1963
44. Siegert, P. : Der Ablauf der Dunkeladaptation unter natürl. Lebensbedingungen beim Gesunden u. Hemeralopen, Graef. Arch. 146, 579, (1944)
45. Spiecker, H.-D. : Augenärztliche Untersuchungen im Verkehr, "Schütz das Augenlicht", Sonderdruck für die Hessische Arbeitsgemeinschaft für Gesundheits-erziehung, Marburg/Lahn 1962, 41-51
46. Thiel, R. : Retinopathia diabetica, dtsh. Med. Wschr. 84, 644-648, (1959)
47. Trunk, H. L. : Dunkeladaptationsstörungen bei Diabetes mellitus, Med. Diss. Erlangen 1951
48. Trendelenburg, W. : Der Gesichtssinn, bearbeitet von Manfred Monjé, Springer-Verl. Heidelberg 1961,
(1) 257
(2) 154
(3) 128
(4) 185-207

noch

48. Trendelenburg, W. : Der Gesichtssinn, bearbeitet von
Manfred Monjé, Springer-Verl.
Heidelberg 1961,
(5) 206
(6) 167
(7) 154
(8) 155
(9) 129
49. v. Tschermak-
Seysenegg, A. : Einführung in die physiologische
Optik, Springer-Verl. Wien 1947, 26
50. Wagner, R. : Probleme u. Beispiele biologischer
Regelung, Georg Thieme Verl. Stutt-
gart 1954
(1) 107-115
(2) 113 u. 115
51. Wald, G. : The photochemistry of vision,
Doc. ophthal. ('s-Grav.) 3, 3, (1949)
52. Wilbrand, H. u.
A. Saenger, : Anatomie und Physiologie der
optischen Bahnen und Zentren,
Neurologie des Auges, 3, 254-262,
(1904)
53. Wölfflin, E. : Der Einfluß des Lebensalters auf
den Lichtsinn bei dunkeladaptiertem
Auge, Graef. Arch. 61, 524-559,
(1905)
(1) 542
(2) 545 u. 543-544
(3) 544

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, daß ich die der Medizinischen Fakultät Frankfurt (Main) zur Promotionsprüfung eingereichte Arbeit mit dem Titel "Untersuchungen über die Readaptationszeit älterer Menschen im Hinblick auf den heutigen Straßenverkehr" im Institut für gerichtliche und soziale Medizin der Universität Frankfurt (Main) unter Leitung von Professor Dr. med. J. Gerchow mit Unterstützung durch Dr. med. G. Bohné ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Ich habe bisher an keiner in- und ausländischen Medizinischen Fakultät ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht noch die vorliegende Arbeit als Dissertation vorgelegt.

Frankfurt (Main), den 12. September 1963

Ingeborg Eichhorn

Lebenslauf

- 5.11.1936 wurde ich, Ingeborg Eichhorn, geboren zu Frankfurt am Main als Tochter des Oberstudienrates Oskar Eichhorn und dessen Ehefrau Marga geb. Heil. Wir gehören dem evangelischen Glaubensbekenntnis an.
- Herbst 1943-
Herbst 1947 Besuch verschiedener Volksschulen in Frankfurt am Main, Fulda, Thüringen, Würzburg, Neustadt/Aisch.
- Herbst 1947 Eintritt in die Sexta der Elisabethen-Schule, Realgymnasium für Mädchen in Frankfurt am Main.
- 15.2.1957 die Reifeprüfung mit Erfolg an der Elisabethen-Schule abgelegt.
- Mai 1957 Beginn mit dem Medizinstudium an der Johann Wolfgang Goethe-Universität zu Frankfurt am Main.
- Winter-Semester
1957/58 Medizinstudium an der Universität zu Innsbruck.
- Sommer-Semester
1958 - Medizinstudium an der Johann Wolfgang
Winter-Semester
1959/60 Goethe-Universität zu Frankfurt am Main.
- 26.2.1960 die ärztliche Vorprüfung in Frankfurt am Main bestanden.
- Sommer-Semester
1960 - Medizinstudium an der Johann Wolfgang
Winter-Semester
1962/63 Goethe-Universität zu Frankfurt am Main.
- Im Sommer-
Semester 1963 möchte ich die ärztliche Prüfung ablegen.

Frankfurt/Main, Juni 1963

Ingeborg Eichhorn.

Meine akademischen Lehrer waren :

Prof. Dr. med. R. G e i ß e n d ö r f e r

Prof. Dr. med. J. G e r c h o w

Prof. Dr. med. F. H o f f

Prof. Dr. med. P. H o l t z

Prof. Dr. med. O. K ä s e r

Prof. Dr. med. W. R o t t e r

Prof. Dr. med. D. S t a r c k

Prof. Dr. med. R. T h i e l

Prof. Dr. med. K. W e z l e r

